



## 付着割裂破壊の解説②



### ～第2回目の解説～

本誌前号 (GBRC 190号, pp.54-56) に引き続いて、本号では「付着割裂破壊の解説②」として、RC 規準 2018における付着割裂破壊の付着検討式 および適合性判定での代表的な指摘事例と理由について解説します。

### ■ RC規準 2018<sup>1)</sup> 付着割裂破壊 (大地震動に対しての付着破壊) の解説

RC 規準 2018<sup>1)</sup> の付着の検討は、終局強度型指針<sup>2)</sup>、RC 規準 2010<sup>3)</sup> と同様に藤井・森田式<sup>4)5)</sup> に基づいているのに対して、靱性指針<sup>6)</sup> の付着の検討は、前田・小谷式<sup>7)</sup> に基づいています。両式はいずれも実験結果に基づく実験式であり、付着割裂強度をコンクリートの寄与分とせん断補強筋の効果の累加としている点は共通ですが、式の構成や個々の係数などは異なっています。そのため、RC 規準 2018<sup>1)</sup> (RC 規準 2010<sup>3)</sup> も同様) と靱性指針<sup>6)</sup> で算定される各付着割裂強度の値は相違します。

#### 平均付着応力度 $\tau_D$

大地震動に対する検討式

$$\text{通し筋 } \tau_D = a_1 \times \frac{\sigma_D \cdot d_b}{4(L-d)} \leq K f_b \quad (16.5)$$

$$\text{カットオフ筋 } \tau_D = a_2 \times \frac{\sigma_D \cdot d_b}{4(l_d-d)} \leq K f_b \quad (16.6)$$

ただし、引張鉄筋の付着長  $l_d \geq l' + d$

$\tau_D$ : 安全性検討用の平均付着応力度

$a_1$ : 通し筋の応力状態を表す係数

両端曲げ降伏する部材 1 段目通し筋  $a_1 = 2$ ,

2 段目以降の通し筋  $a_1 = 1.5$

一端曲げ降伏、他端弾性部材の通し筋  $a_1 = 1$

$a_2$ : カットオフ筋の応力状態を表す係数

付着長さ  $l_d \leq L/2$  の 1 段目カットオフ筋  $a_2 = 1.0$

2 段目以降のカットオフ筋  $a_2 = 0.75$

付着長さ  $l_d > L/2$  のカットオフ筋  $a_2 = 1.0$

$L'$ : 通し筋の付着長さ, 通し筋のみの場合は  $L' = L$

カットオフ筋と通し筋の両方がある場合は

$$L' = L - l'$$

$L$ : 内法長さ  $d$ : 有効せい

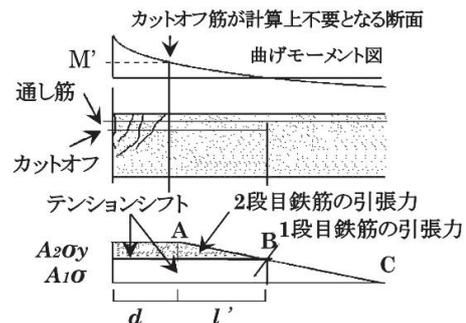
$l'$ : 付着検定断面からカットオフ筋が計算上不要となる断面までの距離

$f_b$ : 付着割裂の基準となる強度 (RC 規準 2010 と同じ) 多段配筋の 1 段目以外の鉄筋には 0.6 を乗じます。

$K$  は鉄筋間隔と横補強筋による補正係数で参考文献 1) の (16.9) の式によります。

#### 2 段配筋梁の付着性状

大地震動に対する検討式 (16.5), (16.6) には RC 規準 2010 とは異なる 2 段配筋梁の付着性状が各係数等に反映されています。特に「(B) 1 段目, 通し筋 2 段目がカットオフ筋の場合」では、1 段目と 2 段目では応力一定範囲が異なり、2 段目の鉄筋応力はこれまでと同様にテンションシフト内 (有効せい  $d$  範囲) の応力一定範囲を超えますと付着により鉄筋応力は減少しカットオフ筋端で鉄筋応力は 0 になりますが、1 段目の通し筋の鉄筋応力の一定領域は有効せい  $d$  を超えスパン中央側へ進展し、付着応力が生じる範囲が減少します。このため 1 段目配筋の付着応力が小さくなることで 2 段目カットオフ筋の付着強度が高くなります。また 1 段目の通し筋の鉄筋応力は 2 段目のカットオフ鉄筋応力が 0 を超えた範囲外では付着応力が大きくなり、付着割裂破壊を生じる危険性が高まります。



(B) 1 段目通し筋, 2 段目がカットオフ筋の場合

前述した2段配筋の付着性状により検討式には通し筋付着長 $L'$ が $(L-l)$ 、通し筋及びカットオフ筋の応力状態を表す各係数 $a_1$ 、 $a_2$ 、一段目以外鉄筋に掛かる付着割裂基準強度 $fb$ の低減値(0.6)として現れています。

### RC規準2018の付着割裂破壊の検討の要点

- 1) 付着割裂の基準となる強度 $fb$ はRC規準2010と同じく付着割裂強度 $\tau_{bu}$ の算定式は(藤井・森田式)がベースになっています。
- 2) 平均付着応力度 $\tau_d$ は通し筋およびカットオフ筋の式に区分され、それぞれの有効付着長さ $(L'-d)$ 、 $(l_d-d)$ の平均付着応力度で評価しています。また、長期許容せん断力を求める参考文献1)の(15.1)の式により大地震動時にせん断ひび割れを生じないことを確認した場合、有効せい $d$ を減じないことが可能です。
- 3) カットオフ筋は $\tau_d \leq Kfb$ 、参考文献1)の(16.6)の式および定着長 $ld \leq l'+d$ を共に満足させます。
- 4) 安全性検討用の鉄筋引張応力 $\sigma D$ は付着割裂破壊の防止を確認する場合、 $1.1 \cdot \sigma_y$ (降伏強度)とします。
- 5) 大地震動に対して曲げ降伏しないことが確かめられた部材で、すべて通し配筋とする場合は、荒川mean式を用いせん断の安全性を確認した場合は、付着の安全性の検討を省略することが可能になります。
- 6) 部材せいが大きく3段配筋の基礎梁等で曲げ降伏しないことが確かめられた部材のカットオフ筋は、三つの式、参考文献1)の(解16.6)の式~(解16.8)の式を満足する場合には、(16.6)の式の付着の検討を省略することができます。
- 7) 曲げ降伏を想定しない3段配筋の部材について参考文献1)の(16.5)(16.6)の式による付着の安全性の検討が示されています。

### ■適合性判定時の代表的な指摘と理由

- ・(指摘)3段配筋の基礎梁に対してRC規準2010および靱性指針を用いて付着割裂破壊(付着の安全性)の検討を行っています。

(理由)RC規準2010および靱性指針は3段配筋を対象にしていますがRC規準2018には検討式が示されています。

→付着割裂破壊の解説①(前号)の靱性指針による付着割裂破壊検討の留意事項6)、本解説のRC規準2018の付着割裂破壊の検討の要点 6)7)参照

- ・(指摘)カットオフ筋がある梁部材の付着割裂破壊の検討に靱性指針、付着破壊の影響を考慮したせん断信

頼強度 $V_{bu}$ を使用しています。

(理由)カットオフ筋にはせん断信頼強度 $V_{bu}$ を適用できません。設計用付着応力度 $\tau_f <$ 付着信頼強度 $\tau_{bu}$ を確認します。

→付着割裂破壊の解説①(前号)の靱性指針による付着割裂破壊検討の留意事項 3)5)参照

- ・(指摘)高強度せん断補強を使用し荒川式でせん断終局耐力を算定していない梁部材の通し筋に対して付着割裂破壊は問題がないとしています。

(理由)せん断終局耐力が荒川式以外の場合は付着割裂破壊の防止を確認します。

→付着割裂破壊の解説①(前号)のRC規準2010及び「荒川式による」付着割裂破壊の検討の要点 5)、本解説のRC規準2018の付着割裂破壊の検討の要点 5)参照

- ・(指摘)1段目通し筋と2段目カットオフ筋の梁部材の付着割裂破壊をRC規準2018で検討を行った場合、カットオフ筋の付着長 $ld \geq l'+d$ が満足していません。

(理由)RC規準2018のカットオフ筋の付着長さ $ld$ は $\tau_d \leq Kfb$ および $ld \leq l'+d$ を満足させることが必要です。

→本解説のRC規準2018の付着割裂破壊の検討の要点 3)参照

- ・(指摘)比較的短いスパンの通し筋のはり部材の付着割裂破壊(付着の安全性)の検討をRC規準2018で検討を行い付着応力度が満足していない結果になる場合があります。

(理由)通し筋に対してRC規準2018で省略できる場合は荒川式でせん断終局強度を算定し、かつ曲げ降伏ヒンジが生じない部材に限りますので注意が必要です。

→本解説のRC規準2018の付着割裂破壊の検討の要点 5)参照

### ■おわりに

現在、付着割裂破壊の検討には3つの学会規準式を選択することが認められていますが、RC規準2018では2段配筋の付着性状等の新たに示された知見に基づく付着の考えが示されており、各規準における定義、適用範囲、条件等の違いを理解して検討を行うことが必要です。

**【参考文献】**

- 1) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造設計規準・同解説 2018
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の終局強度型耐震設計指針・同解説 1990
- 3) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造設計規準・同解説 2010
- 4) 藤井栄・森田司郎：異形鉄筋の付着割裂強度に関する研究, 第1報, 日本建築学会論文報告集, 第319号1982. 9
- 5) 藤井栄・森田司郎：異形鉄筋の付着割裂強度に関する研究, 第2報, 日本建築学会論文報告集, 第324号1983. 2
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説 1999
- 7) 前田匡樹・小谷俊介：異形鉄筋とコンクリートの付着応力伝達機構に基づいた付着割裂強度式(その1)(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1994. 9

**お問合せ先**

構造判定センター 構造計算判定部 審査課 野坂  
業務課 長岡

〒540-0026 大阪市中央区内本町2-4-7

大阪U2ビル 7階

Tel.06-6943-4680 Fax.06-6943-4681

E-mail : hantei5@gbrc.or.jp